

⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑪ **DE 37 00 974 A 1**

⑳ Aktenzeichen: P 37 00 974.5
㉑ Anmeldetag: 15. 1. 87
㉒ Offenlegungstag: 23. 7. 87

⑥ Int. Cl. 4:
C 10 M 139/00
C 10 M 115/08
// (C10M 139/00,
137:10)C10N 40:02
(C10M 115/08,
C10N 50:10)F16D 3/2
0,B60K 17/22

Ständeneigentum

DE 37 00 974 A 1

③① Unionspriorität: ③② ③③ ③④
16.01.86 JP P 61-8432 25.04.86 JP P 61-97615
20.10.86 JP P 61-250417

⑦① Anmelder:
NTN Toyo Bearing Co. Ltd., Osaka, JP

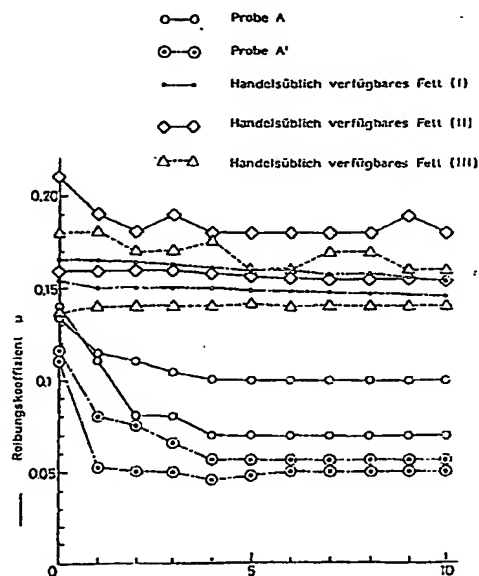
⑦④ Vertreter:
Schwan, G., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 8000 München

⑦② Erfinder:
Sato, Tasuku; Nagasawa, Keizo; Fukumura,
Yoshikazu; Nakanishi, Kiyoshi, Iwata, Shizuoka, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Fett für ein homokinetisches Gelenk

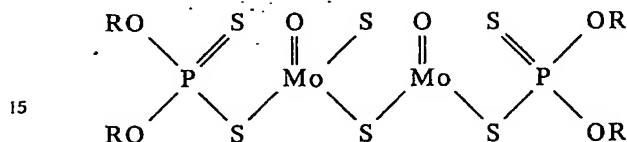
Es werden verbesserte Fette zur Verwendung in homokinetischen Gelenken vorgeschlagen, die ein Grundöl, ein Verdickungsmittel und eine organische Molybdänverbindung aufweisen. Ferner werden Fette mit einem Grundöl, einem Verdickungsmittel, einer organischen Molybdänverbindung und einer organischen Zinkverbindung vorgeschlagen. Diese Fette weisen kleinere Reibungskoeffizienten als für diesen Zweck benutzte konventionelle Fette auf. Bei den mit dem erfindungsgemäßen Fett geschmierten homokinetischen Gelenk wird die erzeugte Axialkraft herabgesetzt, und vom Motor erzeugte Vibrationen werden absorbiert. Das Fahrzeug wird am Vibrieren gehindert. Die Verwendung eines kostspieligen organometallischen Höchstdruckzusatzes wird überflüssig.



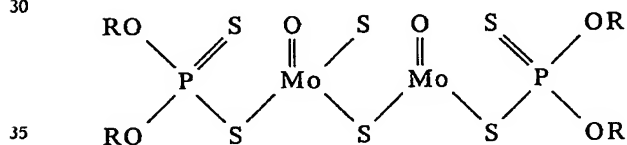
DE 37 00 974 A 1

Patentansprüche

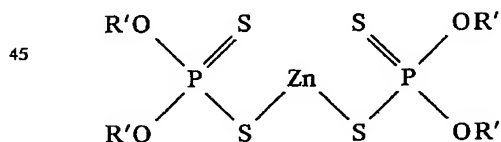
1. Fett für ein homokinetisches Gelenk mit einem Grundöl, einem Verdickungsmittel und einer organischen Molybdänverbindung.
 5 2. Fett nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Verdickungsmittel eine Harnstoffverbindung vorgesehen ist.
 3. Fett nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß als organische Molybdänverbindung Molybdändialkyldithiocarbamat vorgesehen ist.
 10 4. Fett nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß als organische Molybdänverbindung Molybdändialkyldithiophosphat und/oder Molybdändiaryldithiophosphat der Formel:



- vorgesehen ist, wobei R eine primäre oder sekundäre Alkylgruppe oder Arylgruppe darstellt.
 5. Fett nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß als organische Molybdänverbindung zwei oder mehr Stoffe vorgesehen sind, die aus der aus Molybdändialkyldithiocarbamat, Molybdändialkyldithiophosphat und Molybdändiaryldithiophosphat bestehenden Gruppe ausgewählt sind.
 6. Fett für ein homokinetisches Gelenk mit einem Grundöl, einem Verdickungsmittel, einer organischen Molybdänverbindung und einer organischen Zinkverbindung.
 7. Fett nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß als Verdickungsmittel eine Harnstoffverbindung vorgesehen ist.
 8. Fett nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß als organische Molybdänverbindung Molybdändialkyldithiocarbamat vorgesehen ist.
 9. Fett nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß als organische Molybdänverbindung Molybdändialkyldithiophosphat und/oder Molybdändiaryldithiophosphat der Formel:



- vorgesehen ist, wobei R eine primäre oder sekundäre Alkylgruppe oder Arylgruppe darstellt.
 10. Fett nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß als organische Molybdänverbindung zwei oder mehr Stoffe vorgesehen sind, die aus der aus Molybdändialkyldithiocarbamat, Molybdändialkyldithiophosphat und Molybdändiaryldithiophosphat bestehenden Gruppe ausgewählt sind.
 11. Fett nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß als organische Zinkverbindung Zinkdialkyldithiophosphat und/oder Zinkdiaryldithiophosphat der Formel:



- vorgesehen ist, wobei R' eine primäre oder sekundäre Alkyl- oder Arylgruppe darstellt.
 12. Fett nach einem der Ansprüche 6 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß sowohl der Gehalt der organischen Molybdänverbindung als auch der Gehalt der organischen Zinkverbindung 0,5 bis 5,0 Gewichtsprozent beträgt.

Beschreibung

Die Erfindung betrifft Fette für ein homokinetisches Gelenk, insbesondere ein Eintauch-Gleichlaufgelenk. Unter den Eintauch-Gleichlaufgelenken (Topfgelenken) sind das Doppelversatz-Gleichlaufgelenk und das Dreibein-Gleichlaufgelenk bekannt.

- Wie in Fig. 1 dargestellt ist, weist das Doppelversatz-Gleichlaufgelenk einen äußeren Laufring oder Topf 1, der an seiner Innenfläche mit sechs axialen Spurrillen 3 versehen ist, einen inneren Laufring 2 mit sechs axialen Spurrillen 4 in seiner Außenfläche, Kugeln 5, die zwischen dem inneren Laufring 2 und dem äußeren Laufring 1 sitzen, sowie einen die Kugeln 5 haltenden Käfig 6 auf. Die Spurrillen sind jeweils in gleichmäßigen Winkelintervallen angeordnet. Der Käfig 6 ist mit einer kugeligen Außenfläche 7 und einer kugeligen Innenfläche 8 versehen, die auf den Außenumfang des inneren Laufrings 2 paßt. Die Zentren a und b der kugeligen Flächen 7 und 8 liegen auf der Achse des äußeren Laufringes 1, und sie stehen in axialer Richtung in Abstand voneinander.

Wie aus Fig. 2 hervorgeht, ist das Dreibein-Gleichlaufgelenk mit einem äußeren Laufring oder Topf 11 versehen, in dessen Innenfläche drei axiale zylindrische Spurrillen 12 in gleichen Winkelintervallen ausgebildet

sind. Ein Dreibein 13, das mit drei Drehzapfen 14 versehen ist, ist innerhalb des äußeren Laufringes 11 montiert. Eine kugelige Rolle 15 sitzt auf jedem der Drehzapfen 14, wobei zwischen der kugeligen Rolle 15 und dem Drehzapfen 14 Nadeln 16 angeordnet sind, welche die Rolle 15 drehbar und axial verschiebbar abstützen. Die kugeligen Rollen 15 werden von den Spurrillen 12 aufgenommen.

Bei dem Doppelversatz-Gleichlaufgelenk wird Drehmoment durch den Eingriff zwischen den Kugeln 5 und dem äußeren Laufring 1 sowie zwischen den Kugeln 5 und dem inneren Laufring 2 übertragen. Bei dem Dreibein-Gleichlaufgelenk erfolgt die Drehmomentübertragung durch Eingriff zwischen den kugeligen Rollen 15 und dem äußeren Laufring 11. Die Kugeln 5 und die kugeligen Rollen 15 rollen entlang den Spurrillen 3 bzw. 12 und erlauben dabei ein ruckfreies Eintauchen.

Wenn Drehmoment übertragen wird, während das Gelenk einen Arbeitswinkel bildet, kommt es zu einem Abrollen und einem Gleiten zwischen den Kugeln 5 und dem äußeren Laufring 1 sowie zwischen den Kugeln 5 und dem inneren Laufring 2, und zu einem Gleiten zwischen dem Käfig 6 und dem äußeren Laufring 1 sowie zwischen dem Käfig 6 und dem inneren Laufring 2 bei dem Doppelversatz-Gleichlaufgelenk. Im Falle des Dreibein-Gleichlaufgelenks kommt es zu einem Abrollen und Gleiten zwischen dem äußeren Laufring 11 und den kugeligen Rollen 15.

Bei einem Eintauch-Gleichlaufgelenk (Topfgelenk) dominiert daher die Gleitbewegung gegenüber der Abrollbewegung. Wenn Drehmoment übertragen wird, während das Gelenk einen Arbeitswinkel bildet, erzeugt der Reibungswiderstand an den gleitenden Teilen eine Axialkraft.

Im Falle des Doppelversatz-Gleichlaufgelenks werden entsprechend Fig. 3 Axialkräfte sechsmal je Umdrehung erzeugt, weil die Spurrillen 3 in der Innenfläche des äußeren Laufringes 1 in gleichen Intervallen von 60 Grad angeordnet sind. Bei dem Dreibein-Gleichlaufgelenk kommt es, wie aus Fig. 4 hervorgeht, dreimal je Umdrehung zur Erzeugung von Axialkräften, weil die Spurrillen 12 in einem gleichmäßigen Intervall von 120 Grad angeordnet sind.

Wenn der Zyklus der Erzeugung der Axialkraft mit den Eigenfrequenzen des Motors, der Karosserie, der Radaufhängung und dergleichen zusammenfällt, kommt es in der Fahrzeugkarosserie zu Resonanzschwingungen, die für die Fahrzeuginsassen unangenehm sind. Infolgedessen ist es erwünscht, die Axialkräfte möglichst klein zu halten.

Es ist üblich, das Innere von Eintauch-Gleichlaufgelenken mit einem Schmiermittel zu füllen, um den Reibungswiderstand herabzusetzen und die Gleitbeweglichkeit zu verbessern. Ein Fett, das Molybdändisulfid als festen Schmierstoff enthält, wurde für diesen Zweck eingesetzt. Bei einem Fahrzeug, das mit fettgefüllten Dreibein-Gleichlaufgelenken ausgerüstet ist, kommt es jedoch während des Beschleunigens zu einem Schlingern, während im Falle eines Fahrzeuges mit fettgefüllten Doppelversatz-Gleichlaufgelenken Klopfgeräusche oder dumpfe Geräusche erzeugt werden und die Karosserie bei hoher Fahrtgeschwindigkeit zu Vibrationen neigt.

Im Falle eines Eintauch-Gleichlaufgelenks werden also Axialkräfte erzeugt, welche ein Vibrieren der Fahrzeugkarosserie in der oben erläuterten Weise bewirken. Es wird angenommen, daß an den gleitenden Teilen ein erheblicher Reibungswiderstand auftritt, obwohl die gleitenden Teile des Gelenks mit Fett versehen sind, und daß die Fahrzeugkarosserie vibriert, wenn die Frequenz der in dem Gelenk erzeugten Axialkräfte mit der Vibration des Motors zusammenfällt. Es wird ferner angenommen, daß das Gelenk Vibrationen überträgt, die in dem Motor erzeugt werden. Dieses Phänomen ist während des Leerlaufs bei einem Fahrzeug mit automatischen Getriebe häufig zu beobachten.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Fett zu schaffen, das einen ausreichend niedrigen Reibungskoeffizienten aufweist, um ein Schlingern der Fahrzeugkarosserie oder die Entwicklung von Klopfgeräuschen oder dumpfen Geräuschen zu verhindern, während das Fahrzeug beschleunigt oder mit hoher Geschwindigkeit fährt.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Fett für ein homokinetisches Gelenk gelöst, das ein Grundöl, ein Verdickungsmittel und eine organische Molybdänverbindung oder ein Grundöl, ein Verdickungsmittel, eine organische Molybdänverbindung und eine organische Zinkverbindung aufweist.

Das erfindungsgemäße Fett für ein homokinetisches Gelenk stellt ein Fett dar, das einen kleineren Reibungskoeffizienten als ein konventionelles Fett aufweist, das Molybdändithiocarbamat enthält. Der Einsatz des Fettes als Schmiermittel für ein homokinetisches Gelenk vermindert die Erzeugung von Axialkräften, absorbiert im Motor erzeugte Vibrationen und hindert die Fahrzeugkarosserie am Vibrieren. Das erfindungsgemäße Fett ist ferner weniger kostspielig, weil es nur eine organische Molybdänverbindung, wie Molybdändithiophosphat und gegebenenfalls eine organische Zinkverbindung, wie Zinkdithiophosphat enthalten muß, ohne daß der Einsatz von verschiedenen Arten von kostspieligen organometallischen Höchstdruckzusätzen notwendig wird, wie sie in einem konventionellen Fett vorgesehen sind.

Bevorzugte weitere Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Die Erfindung ist nachstehend anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine teilweise geschnittene Darstellung eines Doppelversatz-Gleichlaufgelenks,

Fig. 2 eine teilweise geschnittene Darstellung eines Dreibein-Gleichlaufgelenks,

Fig. 3 und 4 graphische Darstellungen der Beziehung zwischen der Axialkraft und dem Drehwinkel des Gelenks gemäß Fig. 1 bzw. Fig. 2,

Fig. 5 eine graphische Darstellung der Beziehung zwischen dem induzierten Schub und dem Winkel bei einem Doppelversatz-Gleichlaufgelenk, bei dem als Schmiermittel die Probe A verwendet wird,

Fig. 6 eine ähnliche Darstellung der Beziehung zwischen dem induzierten Schub und dem Winkel bei einem mit einem handelsüblich verfügbaren Fett gefüllten homokinetischen Gelenk,

Fig. 7 eine graphische Darstellung für den Zusammenhang zwischen dem Gleitwiderstand und dem Winkel bei einem homokinetischen Gelenk, bei welchem die Probe A als Schmiermittel verwendet wird,

Fig. 8 eine graphische Darstellung der Beziehung zwischen dem Gleitwiderstand und dem Winkel bei einem homokinetischen Gelenk, bei welchem ein handelsüblich verfügbares Fett verwendet wird,

Fig. 9 eine graphische Darstellung der Veränderung des Reibungskoeffizienten in Abhängigkeit von der Zeit für die Proben A und A' sowie für handelsüblich verfügbare Fette,

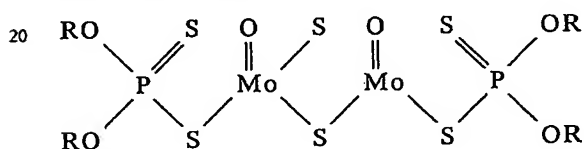
Fig. 10 eine schematische Darstellung eines Sawin-Verschleißtestgerätes, und

Fig. 11 eine graphische Darstellung der Beziehung zwischen dem Reibungskoeffizienten und der Last für die Probe A und handelsüblich verfügbare Fette.

Das bei dem erfindungsgemäßen Fett verwendete Grundöl kann ein Mineralöl oder ein synthetisches Kohlenwasserstofföl mit der Viskosität eines Schmiermittels sein. Als Verdickungsmittel werden vorzugsweise Harnstoffverbindungen (wie Monoharnstoff, Diharnstoff und Polyharnstoff) eingesetzt, die eine höhere Wärmebeständigkeit als eine Metallseife wie Lithiumseife haben. Der Grund dafür liegt darin, daß ein homokinetisches Gelenk für gewöhnlich in einer Atmosphäre mit relativ hoher Temperatur nahe dem Motor angeordnet wird und das Gelenk selbst dazu neigt, sich aufzuwärmen und heiß zu werden, während es Drehmoment überträgt.

Vorzugsweise wird dem Fett eine Bleiseife, wie Bleinaphtenat, Zinkdiaryldithiophosphat oder Zinkdialkyldithiophosphat zugesetzt, um eine Antioxidationswirkung und eine Höchstdruckwirkung zu steigern.

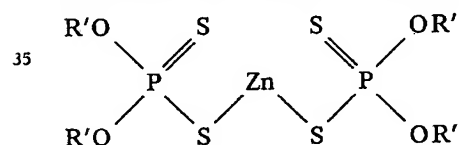
Bei den vorliegend eingesetzten organischen Molybdänverbindungen kann es sich um Molybdändialkyldithiocarbamat, Molybdändialkyldithiophosphat oder Molybdändiaryldithiophosphat, d. h. Verbindungen der folgenden Strukturformel



handeln, wobei R eine primäre oder sekundäre Alkylgruppe oder Arylgruppe darstellt.

Die organische Molybdänverbindung kann eine einzelne Verbindung oder ein Gemisch von zwei oder mehr Verbindungen sein. Der Gehalt an der organischen Molybdänverbindung sollte bei 10 Gewichtsprozent oder weniger, vorzugsweise 3 bis 5 Gewichtsprozent oder weniger, liegen. Eine übermäßig hohe Menge an der organischen Molybdänverbindung hat nur den gleichen Effekt oder setzt den erwünschten Effekt sogar herab.

Bei der vorliegend verwendeten organischen Zinkverbindung kann es sich um Zinkdialkyldithiophosphat oder Zinkdiaryldithiophosphat der folgenden Strukturformel handeln:



wobei R' eine primäre oder sekundäre Alkylgruppe oder Arylgruppe darstellt.

Die organische Zinkverbindung kann eine einzige Verbindung oder ein Gemisch von zwei oder mehr Verbindungen sein.

Solche organischen Zinkverbindungen sind ebenso wie die genannten organischen Molybdänverbindungen extrem wirkungsvolle Höchstdruckzusätze. Der Gehalt sollte 15 Gewichtsprozent oder weniger und vorzugsweise 5 bis 6 Gewichtsprozent oder weniger betragen. Ein übermäßig großer Gehalt führt nur zu dem gleichen Effekt oder setzt den gewünschten Effekt herab. Wenn eine organische Molybdänverbindung zusammen mit einer organischen Zinkverbindung vorgesehen wird, werden ausgezeichnete Wirkungen auch bei niedrigeren Gehalten erzielt. In diesem Fall sollte der Gehalt jeder Verbindung 0,5 bis 5,0 Gewichtsprozent betragen.

Ein Antioxidationsmittel oder ein Detergent-Dispersionsmittel kann zusätzlich zu dem Höchstdruckzusatz zugefügt werden.

Eine organische Molybdänverbindung unterscheidet sich grundsätzlich von konventionellen festen Schmiermitteln wie Molybdändisulfid. Sie weist keine wesentliche Schmierwirkung auf, bevor sie zersetzt wird. Sie wandelt sich in einen Schmierstoff, wie Molybdändisulfid, erst um, nachdem sie durch die auf der Gleitfläche erzeugte Reibungswärme zerlegt wird. Molybdändialkyldithiocarbamat (im folgenden abgekürzt als Mo-DTC) und Molybdändiaryldithiophosphat (im folgenden abgekürzt als Mo-DTP) wurden unter den organischen Molybdänverbindungen ausgewählt, und ihre Wärmezersetzungstemperaturen wurden durch Differentialthermoanalyse gemessen. Die Analyse zeigt, daß die Wärmezersetzungstemperatur von Mo-DTC 252 bis 312°C beträgt, während diejenige von Mo-DTP bei 145 bis 225°C liegt. Die Wärmezersetzungs-Starttemperatur der letztgenannten Verbindung ist um näherungsweise 100°C niedriger als diejenige der erstgenannten Verbindung. Dies läßt erkennen, daß Mo-DTP auf der Gleitfläche früher als Mo-DTC in einen Schmierstoff umgesetzt wird und als guter Höchstdruckzusatz wirkt. Insofern stellt Molybdändithiophosphat eine wesentlich bessere organische Molybdänverbindung dar als Molybdändithiocarbamat.

Eine wesentliche Verminderung des Reibungskoeffizienten ist jedoch durch den Zusatz einer Verbindung dieser Art nicht zu erwarten. Wenn zusätzlich Zinkdialkyldithiophosphat oder Zinkdiaryldithiophosphat (im folgenden abgekürzt als Zn-DTP) zugesetzt wird, nimmt der Reibungskoeffizient wesentlich ab.

Die Ergebnisse entsprechender Experimente sind in der Tabelle 1 dargestellt. Dies läßt erkennen, daß eine Harnstoffverbindung einer Metallseife, wie Lithiumseife, als Verdickungsmittel vorzuziehen ist. Es zeigt sich, daß ein synergetischer Effekt erzielt wird, wenn Mo-DTP und Zn-DTP in Kombination verwendet werden, weil

Zn-DTP als Katalysator für die Wärmezersetzung von Mo-DTP wirken dürfte.

Tabelle 1

Experiment Nr.	Zusammensetzung des Fettes	Reibungskoeffizient
1	Mineralöl + Harnstoff	0,103~0,104
2	Mineralöl + Harnstoff + Mo-DTP	0,098~0,100
3	Mineralöl + Harnstoff + Mo-DTP + Zn-DTP	0,037~0,040
4	Mineralöl + Lithiumseife + Mo-DTP + Zn-DTP	0,081~0,091

Beispiel 1

Bei den Eintauch-Gleichlaufgelenken (Topfgelenken) gemäß den Fig. 1 und 2 wird davon ausgegangen, daß die Axialkraft, die auf die Welle ausgeübt wird, wenn das Gelenk ein Drehmoment unter Bildung eines Arbeitswinkels überträgt, einen induzierten Schub darstellt, und daß die Vibrationen, die bei einem Fahrzeug mit automatischem Getriebe im Leerlauf auftreten, durch den Gleitwiderstand des Gelenks verursacht werden.

Der induzierte Schub ist definiert als eine Axialkraft, die erzeugt wird, wenn ein Drehmoment angelegt wird, während ein Arbeitswinkel gebildet wird, ohne daß man die Antriebswelle und die Abtriebswelle axial gleiten läßt. Der Gleitwiderstand ist als ein Widerstand definiert, der erzeugt wird, wenn die Antriebswelle oder die Abtriebswelle zu einer Axialbewegung angeregt wird, während die andere Welle feststeht.

Zwei erfindungsgemäße Proben (im folgenden als Probe A und Probe A' bezeichnet) und drei weitere Proben I, II und III (handelsüblich verfügbare und allgemein verwendete Fette) wurden gesondert in Doppelversatz-Gleichlaufgelenke entsprechend Fig. 1 eingebracht, und der induzierte Schub wurde für diese Proben gemessen. Die Eigenschaften der Proben sind in der Tabelle 2 zusammengestellt. Die Meßergebnisse nach 5 Minuten seit dem Beginn des Betriebes sind in den Fig. 5 und 6 veranschaulicht. Der Gleitwiderstand wurde zum gleichen Zeitpunkt gemessen. Die Meßergebnisse sind in den Fig. 7 und 8 dargestellt.

Die Fig. 5 und 7 zeigen die Meßergebnisse für die Probe A. Die Meßergebnisse für die Probe A' sind weggelassen, weil sie praktisch die gleichen wie für die Probe A sind. Die Fig. 6 und 8 zeigen die Meßergebnisse für die Probe II. Die Meßergebnisse für die Proben I und III sind weggelassen, weil sie praktisch die gleichen wie für die Probe II sind.

Die Fig. 7a und 8a zeigen den bald nach der Anregung gemessenen Gleitwiderstand, die Fig. 7b und 8b den 5 Minuten nach der Anregung gemessenen Gleitwiderstand sowie die Fig. 7c und 8c den Gleitwiderstand beim Rotieren des homokinetischen Gelenks mit 500 U/min. Der Gleitwiderstand ist als Summe (Spitzen-Spitzen-Wert) des Höchstwertes und des Kleinstwertes angegeben.

Die Meßergebnisse entsprechend Fig. 5 bis 8 lassen erkennen, daß der induzierte Schub und der Gleitwiderstand bei dem mit der Probe A geschmierten Gelenk kleiner sind als bei dem mit der Probe II geschmierten Gelenk.

Kontrollversuch 1

Der Reibungskoeffizient jeder Fettprobe gemäß Tabelle 2 wurde unter Verwendung eines Sawin-Verschleißtestgerätes gemessen. Die Ergebnisse sind in Fig. 9 dargestellt. Wie aus Fig. 10 hervorgeht, ist bei dem Sawin-Verschleißtestgerät eine Stahlkugel 21 mit einem Durchmesser von 6,35 mm in Kontakt mit einem Drehring 20 (40 mm Durchmesser \times 4 mm Breite) angeordnet. Die Oberflächenrauheit des Ringes 20 in Breitenrichtung beträgt 1,6 bis 1,9 S und die in Axialrichtung 0,4 bis 0,6 S. Beim Messen des Reibungskoeffizienten der Fettproben wurde der Drehring 20 mit einer Umfangsgeschwindigkeit von 108 Meter pro Minute unter einer Last von 1 kgf gedreht. Jedes Fett wurde der Oberfläche des Drehringes 20 von dessen unterem Ende aus über einen Schwamm 22 zugeführt, und die Bewegung eines die Stahlkugel 21 tragenden Luftschlittens 23 wurde mittels einer Meßdose 24 gemessen.

Wie aus den in Fig. 9 veranschaulichten Ergebnissen folgt, sind die Reibungskoeffizienten der Proben A und A' kleiner als diejenigen der handelsüblich verfügbaren Fette I, II und III, und insbesondere die Molybdändialkyldithiocarbamat und Molybdändialkyldithiophosphat enthaltende Probe A' hat einen extrem niedrigen Reibungskoeffizienten. Nach Durchführung der Messungen wurde die Oberfläche der Stahlkugel unter einem Mikroskop beobachtet. Dies ergab, daß die Größe der gebildeten Verschleißnarben dem Reibungskoeffizienten des verwendeten Fettes entspricht. Je kleiner der Reibungskoeffizient des Fettes ist, desto geringer war die Größe der gebildeten Verschleißnarben.

Kontrollversuch 2

Das Sawin-Verschleißtestgerät wurde benutzt, um die Reibungskoeffizienten bei einer Änderung der Last (oder des Oberflächendruckes) für die Probe A und die handelsüblich verfügbaren Fette II und III zu messen. Die Ergebnisse sind in Fig. 11 veranschaulicht.

Wie aus Fig. 11 hervorgeht, ist der Lasteinfluß auf den Reibungskoeffizienten für die getesteten Proben unterschiedlich. Bei den handelsüblich verfügbaren Fetten II und III hat der Reibungskoeffizient die Tendenz, bei einer Steigerung der Last allmählich abzunehmen, während bei der Probe A ein Kleinstwert vorhanden ist.

Es ist anzunehmen, daß es auf den Unterschied hinsichtlich der Zusätze zurückzuführen ist, daß die Probe A eine von den anderen Proben abweichende Tendenz zeigt. Es wird angenommen, daß die in die Probe A eingemischte organische Molybdänverbindung durch Wärme an der Gleitfläche zersetzt wird und die Zersetzungsprodukte an der Gleitfläche anhaften und dabei ihre jeweiligen Auswirkungen entfalten.

- 5 Die Probe A zeigt hervorragende Reibungseigenschaften entsprechend dem Beispiel 1, weil die Arbeitsbedingungen bei einem homokinetischen Gelenk zu Bedingungen führen, die geeignet sind, für eine rasche Zersetzung der organischen Molybdänverbindung zu sorgen.

Kontrollversuch 3

- 10 Die Probe A und handelsüblich verfügbares Fett II entsprechend der Tabelle 2 wurden in homokinetische Gelenke entsprechend Fig. 1 eingebracht, die einem Dauerbetrieb von 125 h ausgesetzt waren. Dabei betrug das Drehmoment $T = 23,5 \text{ kgf} \cdot \text{m}$, die Drehzahl $N = 1750 \text{ U/min}$, der Arbeitswinkel $\theta = 11,6^\circ$ und die Kühlluftgeschwindigkeit etwa 30 km/h . Es wurde beobachtet, wie sich die Oberfläche der Spurrillen ablöst. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 3 angegeben. Danach trat ein Ablösen kaum bei dem homokinetischen Gelenk auf, bei welchem als Schmiermittel die Probe A vorgesehen war.

Kontrollversuch 4

- 20 Das in Fig. 10 veranschaulichte Sawin-Verschleißtestgerät wurde benutzt, um den Reibungskoeffizienten für jede Probe zu messen. Die Ergebnisse sind in der Tabelle 3 zusammengestellt. Die Meßbedingungen waren: Umfangsgeschwindigkeit 108 m/min ; Last 1 kgf .

- 25 Aus der Tabelle 4 ist zu erkennen, daß durch das Vorhandensein der organischen Molybdänverbindung der Reibungskoeffizient gesenkt wurde und daß es bei Zugabe von Zinkdiaryldithiophosphat oder Zinkdialkyldithiophosphat zu einer weiteren Absenkung des Reibungskoeffizienten kommt.

Beispiel 2

- 30 Um die Ergebnisse des Beispiels 1 zu bestätigen, wurden die folgenden erfindungsgemäßen Fette unter Verwendung von organischen Molybdänverbindungen und organischen Zinkverbindungen hergestellt. Für jedes vorliegend hergestellte Fett wurde ein Mineralöl benutzt, das ein Harnstoff-Verdickungsmittel enthält.

- 35 (1) Fett enthaltend 3% Molybdändiaryldithiophosphat (hergestellt von der ASAHI DENKA KOGYO K. K. : SAKURA-LUBE 300) und 2% Zinkdialkyl-(primär)-dithiophosphat (hergestellt von der NIPPON LUBRIZOL INDUSTRIES CORP. : LUBRIZOL 1097).
 (2) Fett enthaltend 3% Molybdändiaryldithiophosphat (hergestellt von der VANDERBILT EXPORT CORPORATION: MOLYVAN L) und 1,2% Zinkdialkyl-(sekundär)-dithiophosphat (hergestellt von der NIPPON LUBRIZOL INDUSTRIES CORP. : LUBRIZOL 1095).
 40 (3) Fett enthaltend 3% Molybdändiaryldithiophosphat (MOLYVAN L) und 1% Zinkdiaryldithiophosphat (hergestellt von der NIPPON LUBRIZOL INDUSTRIES CORP. : LUBRIZOL 1370).

- Die Reibungskoeffizienten der drei Arten der hergestellten Fette wurden mittels des Sawin-Verschleißtestgerätes gemessen. Die erhaltenen Ergebnisse sind in der Tabelle 5 zusammengestellt. Zum Vergleich mit den erfindungsgemäßen Fetten wurden die folgenden drei Arten von Fetten (a) bis (c) als Kontrollproben hergestellt, und die Reibungskoeffizienten wurden in der gleichen Weise wie oben angegeben gemessen. Die Ergebnisse sind ebenfalls in der Tabelle 5 zu finden. Das für das Fett (a) verwendete Grundöl ist das gleiche, ein Harnstoff-Verdickungsmittel enthaltende Mineralöl, wie es für die Fette (1) bis (3) verwendet wird. Für das Fett (b) wird ein Mineralöl verwendet, das an Stelle eines Harnstoff-Verdickungsmittels ein Verdickungsmittel in Form einer Lithiumseife enthält.

- 50 (a) Fett enthaltend 3% Molybdändiaryldithiophosphat (hergestellt von der ASAHI DENKA KOGYO K. K. : SAKURA LUBE 300) und ohne einen Gehalt an organischen Zinkverbindungen;
 (b) Fett enthaltend 3% des gleichen Molybdändiaryldithiophosphats wie für das Fett (a) (SAKURA LUBE 300) sowie 3% Zinkdialkyl-(sekundär)-dithiophosphat (LUBRIZOL 1097);
 55 (c) Fett enthaltend Molybdändialkyldithiocarbamat.

- Wie aus der Tabelle 5 hervorgeht, werden vorzugsweise sowohl eine organische Molybdänverbindung als auch eine organische Zinkverbindung verwendet, und eine Harnstoffverbindung ist als Verdickungsmittel der Lithiumseife vorzuziehen.

Tabelle 2

Bestandteil	Probe	Probe A	Probe A'	Handelsüblich verfügbares Fett		
				I	II	III
Verdickungsmittel		Harnstoff	Harnstoff	Lithiumseife	Lithiumseife	Lithiumseife
Zusatz Molybdän- verbindung		Molybdän- dialkyldithio- carbamat 3 %	Molybdän- dithiocarbamat 3 % Molybdändialkyl- dithiophosphat 3 %	Molybdän- sulfid 1,5 %	Molybdän- sulfid 1,5 %	keine
Höchstdruckmittel		Pb-Serie Zn-Serie	Pb-Serie Zn-Serie	S-P-Serie P-Serie	S-P-Serie P-Serie	S-P-Serie
Grundöl		Gemisch aus Paraffin und Naphthen	Gemisch aus Paraffin und Naphthen	Paraffin	Gemisch aus Paraffin und Naphthen	Naphthen
Viskosität des Grundöls (cst)						
40°C		212,9	212,9	173,0	228	—
100°C		15,6	15,6	14,90	15,7	14,5
VI		66	66	81,0	89	85
Konsistenz 25°C 60 W		283	292	283	270	279
Arbeitsstabilität (10 ⁵ W)		326	—	341	290	334
Grenzlast in kg auf einer Shell 4-Kugelmachine		126	—	100	100	126

Tabelle 3

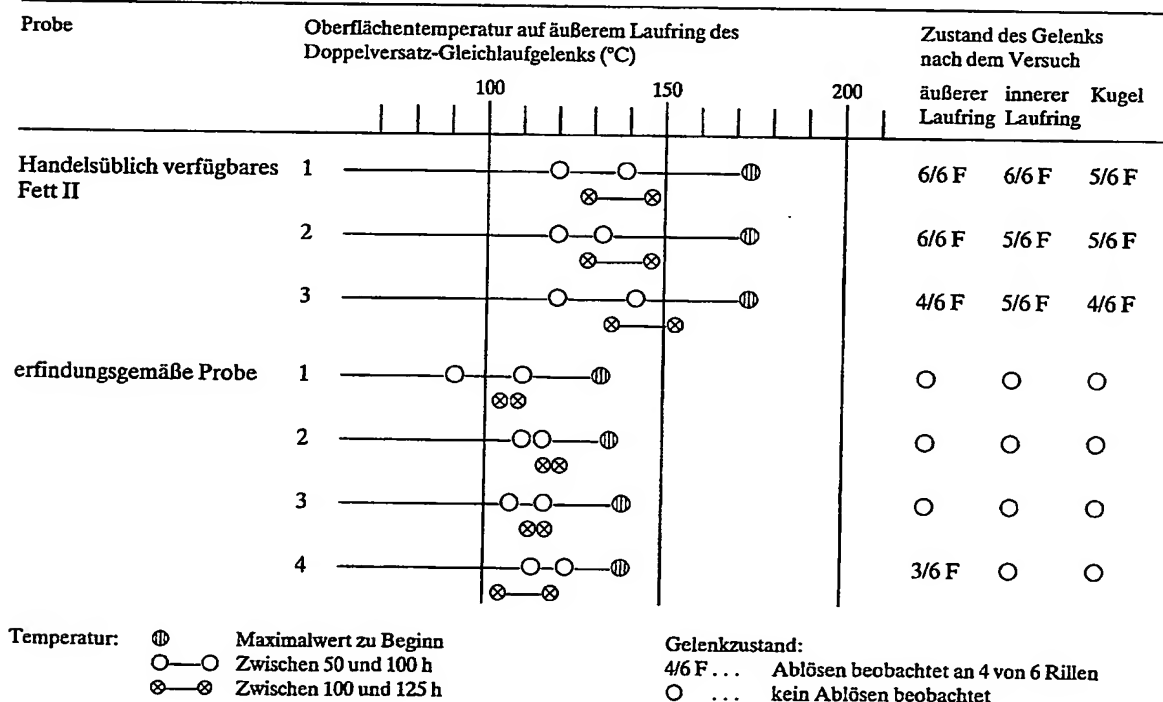


Tabelle 4

Probe	Grundöl	Verdickungsmittel	Höchstdruckmittel	Reibungskoeffizient
Nr. 1	Mineralöl	Harnstoff	keines	0,14
Nr. 2			Molybdändialkyldithiophosphat	0,08 ~ 0,009
Nr. 3			Molybdändialkyldithiophosphat 0,08 Zinkdiaryldithiophosphat	
Nr. 4			Molybdändialkyldithiophosphat 0,05 Zinkdialkyldithiophosphat	

Tabelle 5

Fett Nr.	Reibungskoeffizient
(1)	0,037 ~ 0,040
(2)	0,041 ~ 0,047
(3)	0,037 ~ 0,038
Kontrollen (a)	0,098 ~ 0,100
(b)	0,081 ~ 0,091
(c)	0,055 ~ 0,085

Nummer:	37 00 974
Int. Cl. ⁴ :	C 10 M 139/00
Anmeldetag:	15. Januar 1987
Offenlegungstag:	23. Juli 1987

3700974

FIG. 1

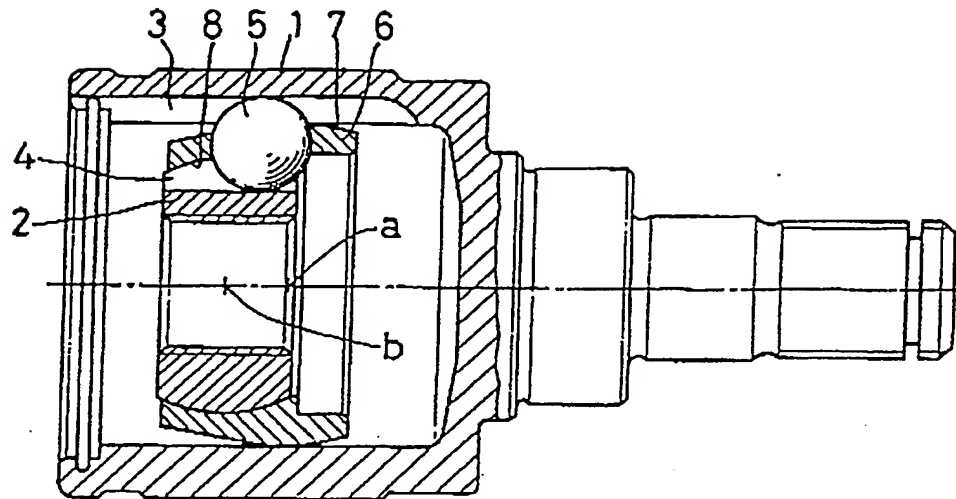


FIG. 2

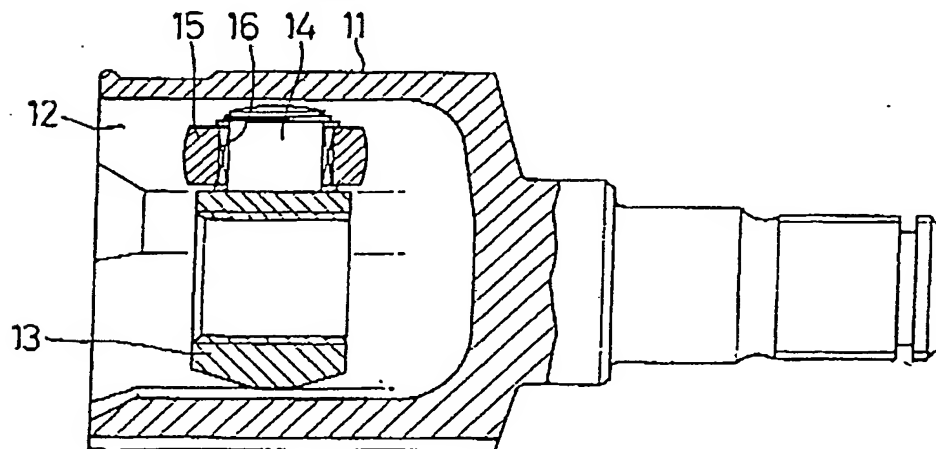


FIG. 3

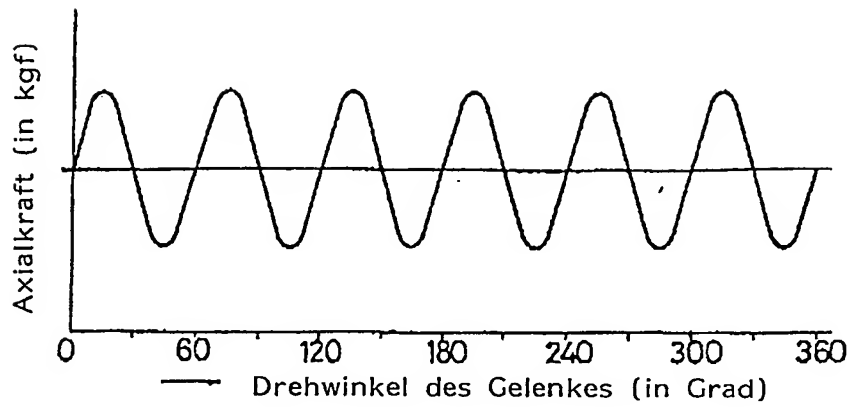


FIG. 4

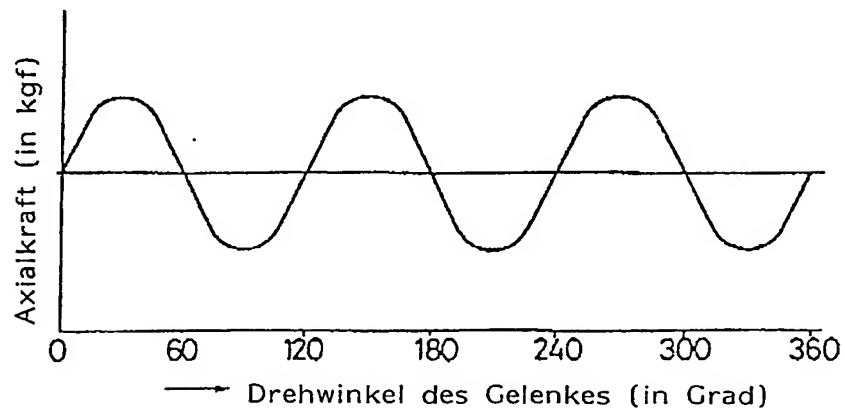


FIG. 5

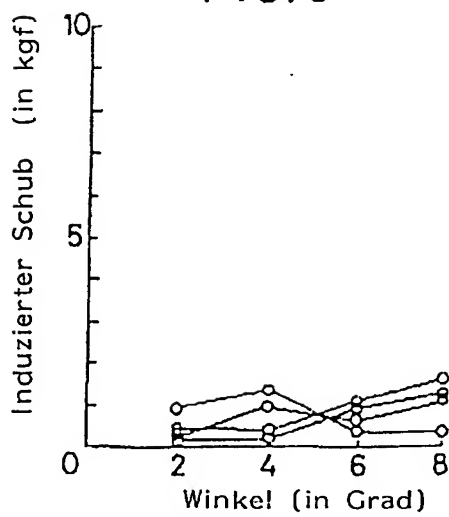
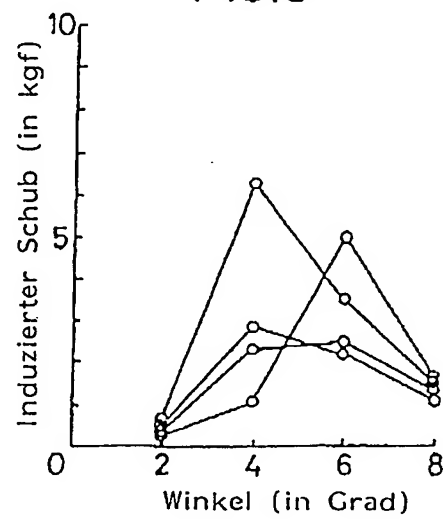


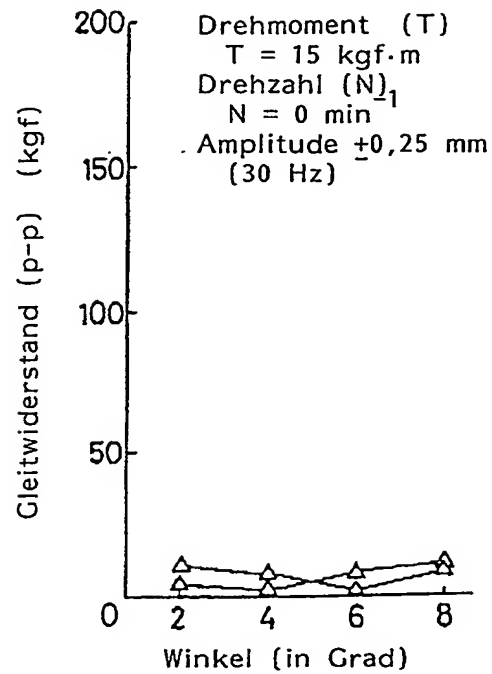
FIG. 6



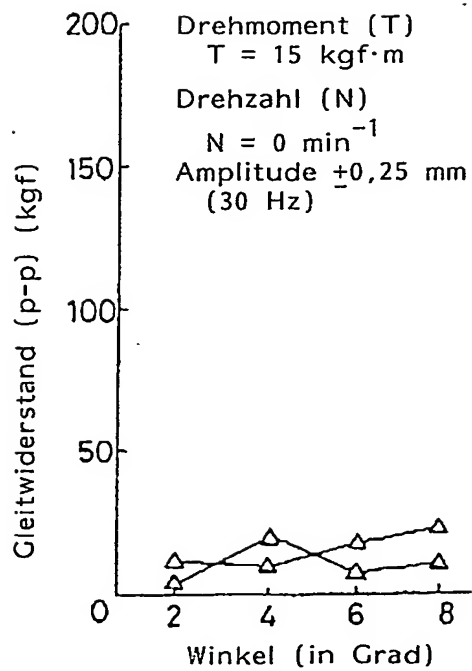
3700974

FIG. 7

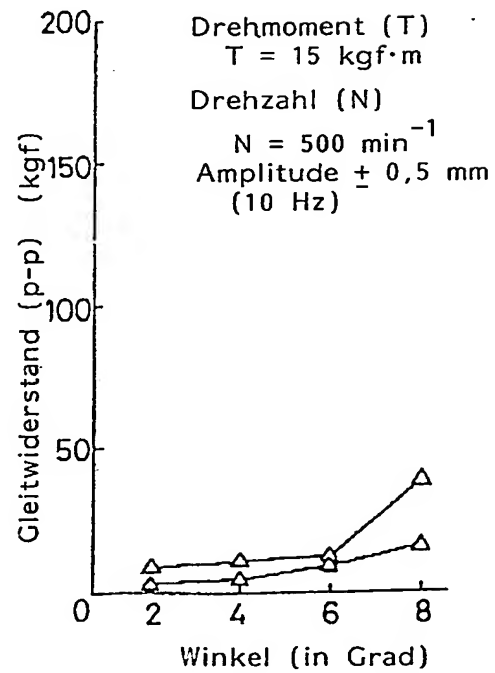
(a)



(b)



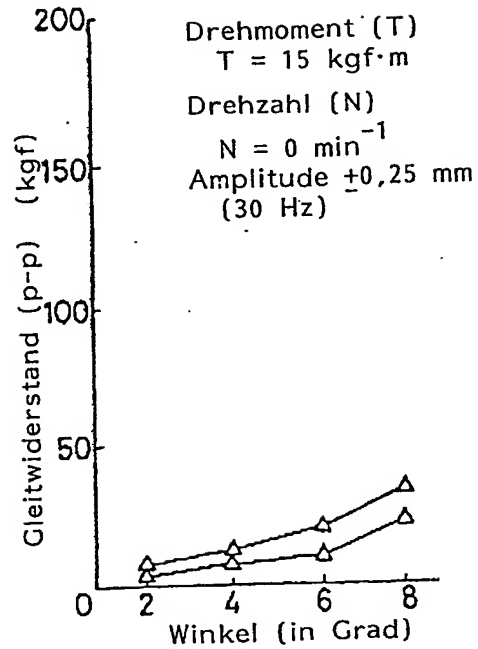
(c)



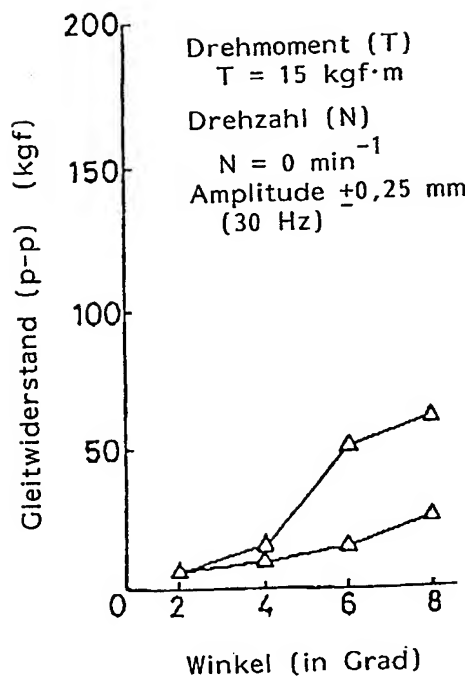
3700974

FIG. 8

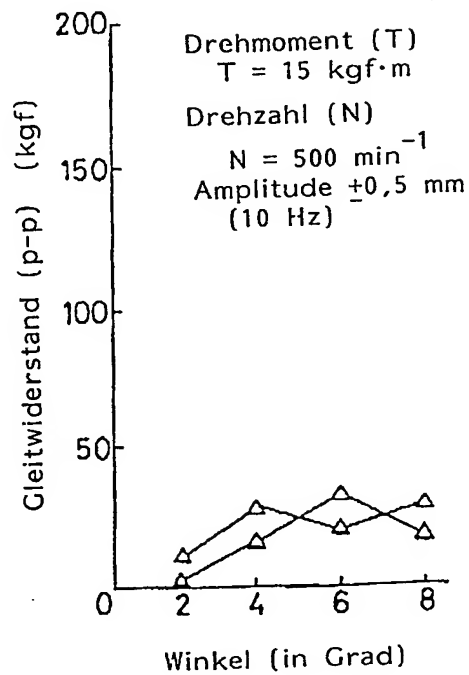
(a)



(b)

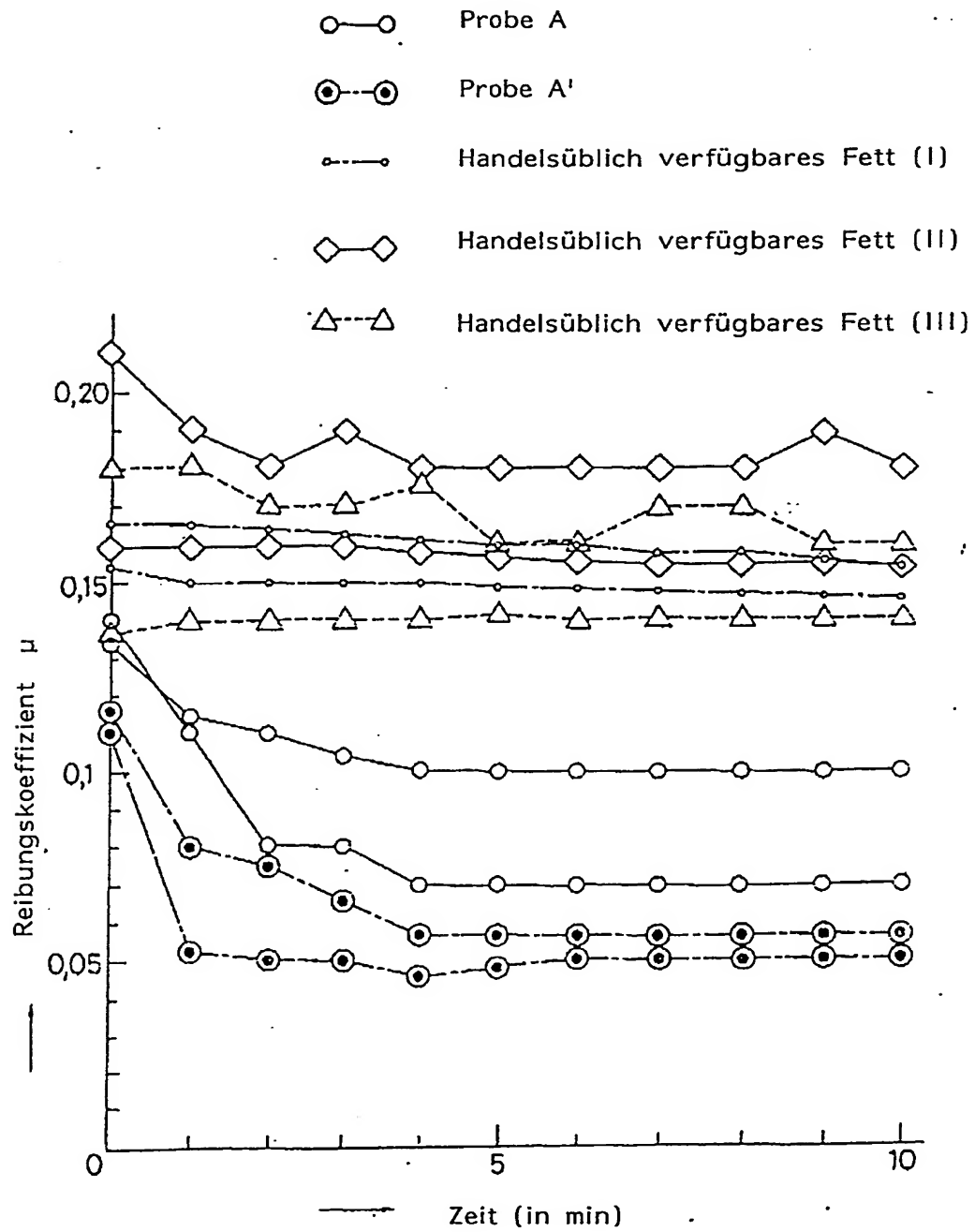


(c)



3700974

FIG. 9



3700974

FIG. 10

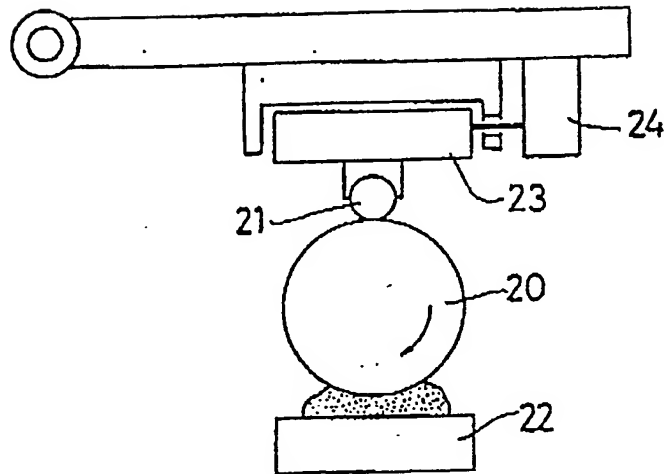


FIG. 11

